

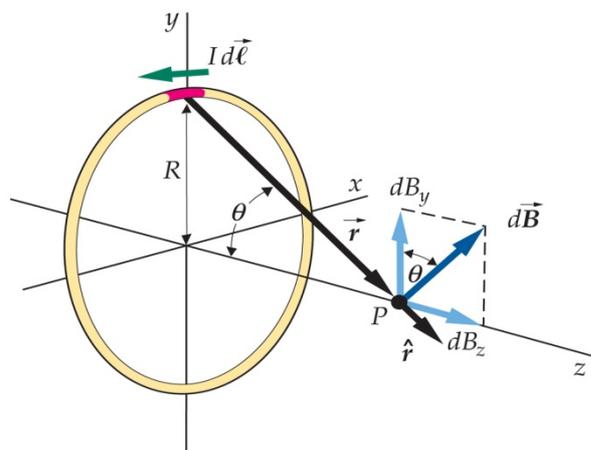
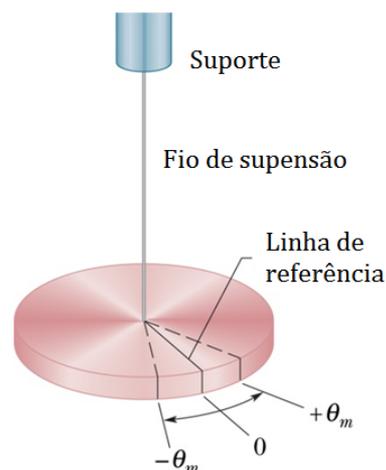
**Bobina Chata**

**Objetivo:** Verificar a Lei de Biot-Savart para uma bobina chata. Determinar o momento magnético de um ímã.

**Pêndulo de Torção:** um corpo suspenso por um fio, rotacionado de um ângulo  $\theta_m$  tende a voltar ao seu ponto de equilíbrio. Fala-se em conjugado mecânico,  $\vec{C}_{mec}$ , cujo módulo é

$$|\vec{C}_{mec}| = K \cdot \theta$$

onde  $\theta$  (rad) é o ângulo e  $K$  (Nm/rad) é a constante de torção (depende do material e da geometria do objeto), dada por  $K = \frac{\pi r^4}{2L} G$ , sendo  $L$  (m) o comprimento do fio,  $r$  (m) o raio e  $G$  (Pa) o módulo de cisalhamento (tabelado para diversos materiais).



**Campo Magnético de Bobina Chata:** uma espira (circular) de raio  $a$ , percorrida por corrente elétrica  $I$ , tem um campo magnético (medido sobre o eixo da espira) dado por  $B = \mu_0 I R^2 / [2(z^2 + R^2)^{3/2}]$ . Já o módulo do campo magnético no centro de um conjunto de  $N$  espiras, quando  $z = 0$ , é

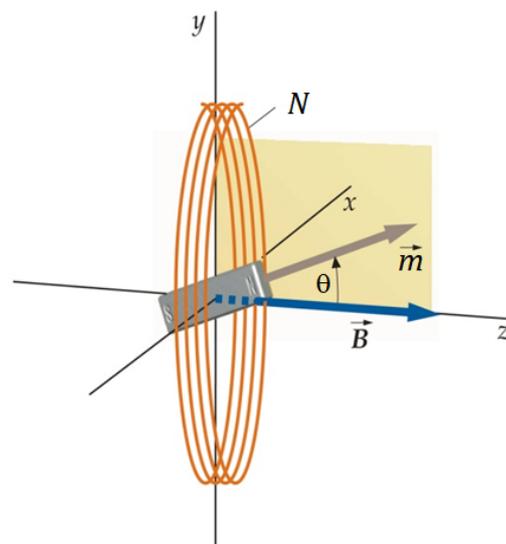
$$B = \frac{N \mu_0 I}{2R}$$

onde  $\mu_0 = 1,257 \times 10^{-6}$  H/m (onde  $H = V \cdot s / A$  é o henri) é a constante de permeabilidade magnética do vácuo,  $N$  é o número de espiras,  $I$  (A) é a corrente elétrica e  $R$  (m) é o raio da espira (circular).

**Momento Magnético de um Ímã:** o módulo do conjugado magnético de um ímã imerso em um campo magnético é dado por

$$|\vec{C}_{mag}| = |\vec{m}| \cdot |\vec{B}| \cdot \sin \theta$$

onde  $\vec{m}$  é o momento magnético do ímã (medido em  $A \cdot m^2$ ) e  $\vec{B}$  (medido em tesla,  $T = \frac{N \cdot s}{C \cdot m} = \frac{N}{A \cdot m}$ ) é o campo magnético no qual o ímã está imerso. O conjugado magnético tem valor máximo quando  $\theta = 90^\circ$ .



**Estado de Equilíbrio:** suspendendo um ímã por um fio com constante de torção conhecida e posicionando-o no centro de uma bobina chata, tal que  $U(\theta)$  seja máxima, verifica-se um estado de equilíbrio expresso como

$$|\vec{C}_{mec}| = |\vec{C}_{mag}|$$

ou

$$K \cdot \theta = |\vec{m}| \cdot |\vec{B}|$$

podendo escrever, com a ajuda das equações acima,

$$\theta = \left( \frac{m}{K} \cdot \frac{\mu_0 N}{2R} \right) I$$

**Análise:** Um gráfico  $(I, \theta)$  deverá ser linear:  $\theta = Q \cdot I$ . Determinando o coeficiente angular,  $Q = \frac{\Delta \theta}{\Delta I}$ , e conhecendo os parâmetros da bobina,  $N$  e  $R$ , e o do fio de suspensão,  $K$  (via  $G$ ,  $L$  e  $r$ ), determina-se o módulo do momento magnético do ímã,  $m$ .